

EVALUACION DE GENOTIPOS DE FRIJOL EN  
CUANTO A SU REACCION A LA PUDRICION  
CARBONOSA Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid

GEORGINA WONG ROMERO

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR

BIBLIOTECA

Asesor principal:



M.C. Abel Sanchez Arizpe

Asesor:



M.C. Adolfo Garcia Salinas

Asesor:

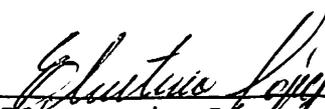


M.C. Jesus Garcia Camargo

Asesor:



M.C. Luis Angel Muñoz Romero



Dr. Eleuterio López Pérez  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 1989

## AGRADECIMIENTO

Al Ing. M.C. Luis Angel Muñoz Romero

    Mi agradecimiento infinito, por su  
    especial asesoramiento y dedicación  
    en la revisión del presente trabajo,  
además del cariño, amistad y confianza  
    depositado en mi persona

## AGRADECIMIENTO

Al Ing. M.C. Abiel Sánchez Arizpe, porque, además de asesor principal en el presente trabajo, me brindó su amistad así como estímulo constante durante mis estudios de postgrado.

Al Ing. M.C. Adolfo García Salinas, quien colaboró en acertadas observaciones y sugerencias en el contenido del mismo.

Al Ing. M.C. Jesús García Camargo, por su desinteresado apoyo brindado durante la realización del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Arturo Díaz Franco, mi especial agradecimiento, por su importante ayuda y valiosa orientación en la realización de esta investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo económico durante mis estudios.

Al Instituto Mexicano del Maíz, por su importante contribución en la realización de este trabajo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme siempre sus puertas y guiarme hacia el camino de la superación.

Al M.C. Ramón López Escobar, mi gran amigo y compañero, por su amistad invaluable.

## DEDICATORIA

A mi Madre: Olga Alicia Romero de Wong

Por su aliento a seguir siempre adelante, por sus consejos y motivación a esforzarme para lograr metas deseadas, por su apoyo y amor.

A mi Padre: Raúl Wong Ornelas

Con amor, en donde quiera que se encuentre, por enseñarme a enfrentar al futuro y no dejarme vencer fácilmente por las dificultades cotidianas.

A mis Hermanos:

Gloria Siria  
Olga Alicia  
Raúl  
Rosa Yolanda  
Sonia  
Jesús Rolando  
Sandra Margarita

Por su cariño y comprensión, y por estar siempre, de alguna manera, conmigo

A ese ser especial,  
que con su amor y apoyo,  
me estimuló a conseguir mis anhelos,  
y ver de diferente forma la vida:  
A ti que siempre me acompañas

M<sub>W</sub>

## COMPENDIO

Evaluación de Genotipos de Frijol en Cuanto a su Reacción a la Pudrición Carbonosa Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid.

Por

GEORGINA WONG ROMERO

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE 1989

M.C. Abiel Sánchez Arizpe. - Asesor -

Palabras clave: Genotipos resistentes, Macrophomina phaseolina, filtrado tóxico, frijol

El presente trabajo de investigación consistió en tres fase: a) evaluar 30 materiales de frijol en cuanto a su resistencia, mediante el uso del filtrado tóxico; b) efectuar una evaluación en invernadero inoculando el micelio y esclerocios del hongo; c) evaluar bajo condiciones de campo infestado naturalmente por este patógeno. Siendo el objetivo de estas tres etapas la de encontrar genotipos resistentes a M. phaseolina. La primera fase fue llevada a cabo en el laboratorio perteneciente al Departamento de Parasitología Agrícola y la segunda en el invernadero, ambos pertenecientes a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y la evaluación de campo se efectuó en los terrenos del Campo

Agrícola Experimental de Río Bravo, Tamps.

En el caso del Umbral de Toxicidad Diferencial, se determinó que la concentración óptima fue la de 12.5 por ciento, procediéndose posteriormente a evaluar a los 30 genotipos bajo esta concentración, de los cuales solamente mostraron cierta resistencia el 30 por ciento de los materiales a la patotoxina del hongo.

En la etapa de invernadero, se encontró daño solamente en un 66 por ciento de los genotipos en el muestreo de los 30 días, tornándose todos susceptibles a los 60 días. En la etapa de campo, solamente algunas variedades mostraron cierta tolerancia al ataque del hongo a los 20 días, pero al quedar expuestos los genotipos durante más tiempo al inóculo, todo el material se tornó susceptible.

El segundo objetivo fue el de efectuar una comparación de las tres metodologías mencionadas con anterioridad, determinándose que existe cierta similitud en el comportamiento de los genotipos al ser sometidos a pruebas in vitro invernadero y campo.

ABSTRACT

Evaluation of Bean Genotypes by Their Reaction  
to Charcoal Rot Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid.

By

GEORGINA WONG ROMERO

MASTER OF SCIENCE  
PLANT PROTECTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER 1989

M.C. Abiel Sánchez Arizpe - Advisor -

Key words: Resistant genotypes, Macrophomina  
phaseolina, toxic filtrate, bean

Thirty bean genotypes were evaluated for their -  
resistance to charcoal rot Macrophomina phaseolina, by -  
exposing bean seedlings to culture filtrates of the fungus,  
inoculating plants with micelia and sclerotia of they and  
evaluation disease severity under field conditions.

Laboratory and greenhouse experiments were carried  
out at the Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Field  
evaluations were made in the Experimental Station at Rio -  
Bravo, Tamaulipas.

The differential toxicity threshold, was determined to be of 12.5 per cent. Thirty bean genotypes were evaluated at this concentration, only 30 per cent of the genotypes - were resistant. Under greenhouse conditions, 66 per cent of the genotypes were damaged after 30 days; after 60 days all of them resulted infected.

Few genotypes showed some tolerance after 20 days - exposition, but at harvest, all the materials turned out - susceptible.

After comparison of these methodologies for - screening resistant genotypes, it was established that the varieties showed similar behaviour under conditions in vitro greenhouse and field.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS . . . . .	xi
INDICE DE FIGURAS . . . . .	xiii
INTRODUCCION. . . . .	1
REVISION DE LITERATURA . . . . .	4
EPIFITIOLOGIA . . . . .	4
SINTOMATOLOGIA . . . . .	6
COMBATE . . . . .	7
CONCEPTO DE TOXINA . . . . .	8
PATOGENICIDAD Y VIRULENCIA . . . . .	9
ENZIMAS Y TOXINAS PRODUCIDAS POR <u>M. phaseo</u> <u>lina</u> . . . . .	10
MATERIALES Y METODOS . . . . .	13
LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO . . . . .	13
MATERIAL GENETICO . . . . .	13
DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD . . . . .	14
EVALUACION DE MATERIAL GERMOPLASMICO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO . . . . .	17
UNIDAD Y DISEÑO EXPERIMENTAL . . . . .	20
ANALISIS ESTADISTICO . . . . .	21
RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	26
DETERMINACION DEL UTD . . . . .	26
EVALUACION DE MATERIAL GERMOPLASMICO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO . . . . .	32
EVALUACION DE MATERIAL GERMOPLASMICO BAJO CONDICIONES DE CAMPO. . . . .	35
CONCLUSIONES . . . . .	37
SUGERENCIAS . . . . .	38
RESUMEN . . . . .	41
LITERATURA CITADA . . . . .	43
APENDICE . . . . .	48

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1.	Relación de los 30 materiales de frijol utilizados para los propósitos de la presente tesis . . . . .	14
3.2	Análisis de varianzas para el diseño experimental completamente al azar . . . .	24
3.3	Análisis de varianza correspondiente al arreglo combinatorio de diseño completamente al azar . . . . .	25
4.1	Cuadrados medios, coeficiente de variación y significancia de los análisis de varianza para longitud radicular en los cultivos de frijol y trigo sometidos a diferentes concentraciones de patotoxina durante 48 hr. . . . .	26
4.2	Pruebas de Tukey y significancia para estudiar las diferentes concentraciones de patotoxina en los cultivos de trigo y frijol . . . . .	28
4.3	Análisis de varianza para la longitud radicular de 30 variedades de frijol, evaluadas en dos concentraciones de patotoxina del hongo. <u>M. phaseolina</u> . . . . .	29
4.4	Pruebas de rango múltiple (Tukey) para longitud radicular promedio de 30 variedades de frijol sometidas a dos concentraciones de patotoxina del hongo <u>M. phaseolina</u> durante 48 hr . . . . .	31

Cuadro No.		Página
4.5	Análisis de varianza de la evaluación de 30 materiales de frijol bajo condiciones de invernadero . . . . .	32
4.6	Prueba de rango múltiple (DMS) para el efecto del hongo <u>M. phaseolina</u> , inoculado a suelo estéril (invernadero) sobre la supervivencia final de 30 variedades de frijol . . . . .	34

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
A.1	Respuesta de las concentraciones de patotoxi na a las que fueron sometidas una variedad - de trigo y una de frijol durante 48 horas .	56

## INTRODUCCION

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.) se cultiva - en todo el mundo y se le considera, junto con el maíz, como uno de los granos básicos en la alimentación del pueblo latinoamericano.

Dentro de los múltiples factores que inciden directamente en el bajo rendimiento y calidad de un cultivo, están la enfermedades; para combatirlas se utilizan muchos sistemas como: prácticas culturales, rotación de cultivo, aplicación de pesticidas, mejoramiento por resistencia, etc. Desafortunadamente, ninguno de estos sistemas de combate ha resuelto el problema de las enfermedades en forma definitiva; - el uso de fungicidas e insecticidas, por ejemplo, a veces - crea un desequilibrio ecológico que trae como consecuencia - la aparición de nuevas plagas y enfermedades; otras veces el pesticida requiere de muchas aspersiones, elevando considerablemente los costos de producción.

El mejoramiento genético para resistencia a enfermedades, como parte de los sistemas de combate, es motivo de intenso trabajo en los centros de investigación en Estados Unidos de América (EUA) y México, entre otros, en donde se ha logrado un progreso en el desarrollo de variedades resistentes a algunas enfermedades.

Una de las enfermedades que ataca al frijol en Méxi-  
co es la podredumbre carbonosa de la raíz y del tallo, cuyo  
agente causal es el hongo Macrophomina phaseolina (Tassi)  
Goid. Este hongo se identificó como patógeno del frijol en  
el norte de Tamaulipas. Está esparcido por casi todo el mun-  
do, principalmente en las regiones de clima cálido con al-  
tos porcentajes de humedad.

La presencia de este patógeno ha obligado a fitopa-  
tólogos y mejoradores de plantas a la búsqueda de materia-  
les genéticos que presenten resistencia o tolerancia a la -  
enfermedad; para lograrlo se han desarrollado metodologías  
que permitan una rápida identificación del material; ya que  
las evaluaciones de campo no siempre ofrecen las mismas opor-  
tunidades de selección de materiales que puedan ser resis-  
tentes, ya que las condiciones ambientales no siempre son -  
propicias para el desarrollo de la enfermedad, de tal forma  
que no siempre concurren al mismo tiempo patógeno, hospede-  
ro y condiciones ambientales favorables para su desarrollo.  
Una alternativa en la búsqueda de materiales genéticos que  
puedan ser utilizados en programas de mejoramiento, es la -  
de evaluar material germoplásmico en estado de plántula in  
vitro, esta técnica se fundamenta en el uso de filtrado -  
tóxico, que son metabolitos producidos por microorganismos  
patógenos de plantas; con estos compuestos se han realizado  
una serie de experimentos conducentes a la demostración de  
que son estas sustancias tóxicas producidas por los patóge-  
nos, los agentes causales de enfermedades infecciosas en -

## REVISION DE LITERATURA

### Etiología del Agente Causal

El hongo Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid, pertenece a la clase Deuteromycetes y al orden Sphaeropsidales (Horst, 1979). Es un hongo habitante del suelo, que presenta una fase esclerocial en el orden Aganomycetales, conocido con el nombre de Rhizoctonia bataticola (Taub.) Butler, aunque algunos autores lo catalogan como Sclerotium bataticola, según lo indicado por Dhingra y Sinclair (1978). Estos mismos autores señalan que actualmente se le conoce con diferentes nombres: M. phaseolina (Tassi) Goid., M. phaseoli (Maubl.) Ashby, y Botryodiplodia phaseoli (Maubl.) Thirum. Sin embargo, los nombres más adecuados para su nominación son Rhizoctonia bataticola, por la fase esclerocial y M. phaseolina para la fase picnidial y este último el nombre más aceptado por la mayoría de los autores.

Dhingra y Sinclair (1978) mencionan que el color de la colonia muestra distintas tonalidades que van del blanco al café o gris, siendo el desarrollo del micelio abundante. Según Kendrick (1933) el crecimiento micelial de R. bataticola aislado de plantas de frijol es rápido y aéreo al principio, cambiando después a denso y postrado. Dhingra y Sinclair (1978) y Urdaneta y Bauer (1981), citan que en algunas cepas el crecimiento micelial forma anillos concéntricos. En las

colonias jóvenes las hifas son filiformes, septadas y hialinas. En todos los casos el centro de la masa micelial se torna oscura con el tiempo, debido a la formación de esclerocios de color negro, variando en forma esférica a irregular, con un grosor de 27 a 380 micras aproximadamente. Esta fase esclerocical se puede desarrollar en papa-dextrosa-agar, con pH óptimo de 3.6 a 5.0, aunque Díaz (1985) determinó que el mejor desarrollo del hongo se logró en papa-dextrosa-agar con un pH de cuatro.

La formación de picnidios ocurre bajo ciertas condiciones y en algunos hospedantes. Estos son globosos, membranosos, de color gris o negro, con un ostíolo pequeño, con su interior recubierto por conidióforos hialinos y conidios alargados, ovalados y hialinos, y unicelulares, de 4 x 34 micras (Thirumalachar, 1953; Dhingra y Sinclair, 1978; Urdeneta y Bauer, 1981).

#### Epifitología

Dhingra et al. (1976); e Ilyas et al. (1976) encontraron que M. phaseolina es un patógeno que ataca raíz y tallo en más de 400 especies de plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. Las formas infectivas del hongo son las conidios y los esclerocios que sobreviven en el suelo y constituyen el inóculo primario, sin considerar el micelio como parte del inóculo debido a que su vida en el suelo es muy corta (Norton, 1954; Meyer et al., 1973). Luttrell y Garren (1952), citan que los picnidios, al formarse en el

hospedante liberan las conidias las que son arrastradas por el viento e infectan a otras plantas, constituyendo el inóculo secundario. Por todo ello, Cook et al. (1973) y Meyer et al. (1973), indican que los residuos de cosecha representan una importante forma de diseminación de la enfermedad y la perpetuidad del hongo durante varios años.

Kendrick (1933) y Dhingra y Sinclair (1973) encontraron que en general M. phaseolina habita en climas cálidos y es especialmente severa en frijol si las temperaturas oscilan entre 35 y 40°C durante la emergencia, ya que los cotiledones y la plúmula son invadidos antes de que la planta logre salir a la superficie del suelo. Por otra parte Dhingra y Sinclair (1978) mencionan que la infección a los cultivos es más severa en suelos arenosos que en suelos arcillosos, aunque en este sentido existen ciertas contradicciones. Estos mismos autores citan que el hongo se trasmite a través de las semillas infectadas en la mayoría de los cultivos, de aquí que la sanidad de éstas últimas es crucial para evitar la diseminación de la enfermedad.

### Sintomatología

Dhingra y Sinclair (1978) y Schwartz (1980), indican que la pudrición carbonosa puede aparecer en el frijol en cualquier estado de desarrollo de la planta. En estado de plántula la enfermedad se caracteriza por la presencia de lesiones hundidas y oscuras cerca del nudo cotiledonario. Posteriormente el hipocótilo muestra un estrangulamiento

que provoca que la planta se marchite y muera.

Cuando son atacados tallos más viejos, al inicio de la enfermedad aparece una lesión en el tallo de color rojizo, apareciendo posteriormente los esclerocios y picnidios oscuros. La coloración más tarde se torna grisácea, dando un aspecto carbonoso al tejido. La infección también puede estar presente en la raíz, como lo observan Satischandra et al. (1979), quienes encontraron que el patógeno causa pudrición en la raíz de plantas adultas de frijol, las que mostraron una disminución en la consistencia del tejido y un desmenuzamiento de la corteza radial.

Dhingra y Sinclair (1978) y Satischandra et al. (1979), citan que el síndrome observado en plantas adultas de frijol comprende: clorosis en las hojas, raquitismo y muerte prematura.

#### Combate

Los conocimientos en el combate de esta enfermedad son limitados, Schwartz (1980) sugiere algunas medidas sanitarias como sembrar semilla limpia, arado profundo para enterrar los residuos de cosecha que contienen picnidios y esclerocios, rotación de cultivos, aunque éste es de poco valor por la gran cantidad de hospederos que presenta el patógeno.

Luttrell y Garren (1952), mencionan que la desinfección de semilla con Ceresan al dos por ciento, da buena

protección al estado de plántula. Por otra parte, Satischandra et al. (1979) citan que la aplicación al suelo de PCNB y Captan, a razón de uno a tres por ciento, resulta ser efectiva al reducir la actividad saprofítica del patógeno. Ilyas et al. (1976) demuestran que la supervivencia de los esclerocios en el suelo se puede disminuir mediante la aplicación de Benomyl, pero la dosis empleada dependerá del tipo de cultivo procedente y del tiempo que aquéllos hayan estado en el suelo.

En lo que se refiere a resistencia varietal, Mackie (1932) enfatiza la necesidad del mejoramiento genético del frijol para la obtención de variedades resistentes a la enfermedad como la mejor forma de combatirla; sin embargo, hasta la fecha se desconocen fuentes de resistencia.

#### Concepto de Toxina

Mitchel (1984) define a la toxina como un producto químico del patógeno que produce todo o parte de los síntomas de la enfermedad.

Wheeler (1975) y Durbin (1981) afirman que la toxina es un producto microbiano, una que otra enzima que causa daños obvios al tejido de la planta. Muchos productos microbianos en medios de cultivo no son toxinas, aunque ellos sean tóxicos a los tejidos de las plantas.

Wheeler (1975) y Yoder (1980) mencionan que existen dos tipos de toxinas: hospedero-específica y no hospedero -

específica.

Durbin (1981) y Pringle y Scheffer (1964) definen a la toxina hospedero específica como un producto metabólico de un microorganismo patógeno que es tóxico, solamente al hospedero de ese patógeno como por ejemplo la HC-toxina de Helminthosporium carbonum, la T-Toxina producida por Helminthosporium maydis, raza T; la AK-Toxina de Alternaria kikuchiana, etc. La toxina hospedero-específica produce todos los síntomas de la enfermedad causada por el patógeno.

Durbin (1981) menciona que la toxina no hospedero-específica es aquella que afecta no sólo al hospedero de su patógeno sino a otras plantas no hospederas. Wheeler (1975) afirma que las toxinas no hospedero-específica deben por lo menos presentar dos de las tres evidencias que se mencionan a continuación:

Reproducción por la toxina de síntomas tempranos distintivos de la enfermedad; correlación de la producción de la toxina y la patogenicidad y recuperación de la toxina de las plantas enfermas en cantidades suficientes para explicar el desarrollo de los síntomas.

#### Patogenicidad y Virulencia

Yoder (1980) indica que la patogenicidad se refiere a la capacidad de un organismo de inducir enfermedad, es un término cualitativo; la virulencia se refiere a la cantidad o extensión de la enfermedad causada, es un término -

cuantitativo. Mitchel (1984) considera a las toxinas no hospedero-específicas como factores de virulencia y a las hospedero-específicas como factores de patogenicidad.

#### Enzimas y Toxinas Producidas por M. phaseolina

Dhingra y Sinclair (1978), citan que M. phaseolina - produce una cantidad de enzimas pectolíticas como exo y endopoligalacturonasa en medios de cultivo como en tejidos infectados; estas enzimas no se requieren durante la penetración, pero son esenciales en la patogénesis temprana y colonización del tejido del hospedero. Chan y Sackston (1970) mencionan - que en plantas de girasol inoculadas con aislamientos virulentos, las actividades de exo- y endopoligalacturonasa fueron detectadas 12 horas después de la inoculación, no se detectó actividad de poligalacturonasa en extractos de plantas inoculadas con aislamientos no virulentos.

#### Toxinas

Dhingra y Sinclair (1978) mencionan que el papel de la toxina M. phaseolina en el desarrollo de enfermedades todavía no está bien definido. Sin embargo, Mathur (1968) indica que el metabolito tóxico de M. phaseoli que contenía toxina y enzimas pectolíticas inoculado en rebrotes de girasol - produjeron síntomas similares a aquéllos producidos en las plantas a las cuales se les inoculó micelio; la rápida aparición de síntomas en hojas y tallos lejos del punto de inoculación junto con la disolución de la médula, es indicativo -

de la producción de enzimas pectolíticas y toxinas por el patógeno. Se supuso que las toxinas fueron las causas de los síntomas visibles de la enfermedad de los rebrotes, mientras que las enzimas desempeñaron un papel importante en la disolución de la médula.

Muchos trabajos de investigación básica han utilizado el filtrado tóxico producido en medio de cultivo líquido para evaluar o seleccionar material germoplásmico de algunas variedades de especies vegetales contra enfermedades provocadas por algunos patógenos (Trápaga, 1980; Turenne, 1977).

A continuación se mencionan algunos trabajos realizados de esta naturaleza:

Castellanos (1981) realizó una evaluación del uso de filtrado tóxico del hongo Helminthosporium turcicum Pass., como método para seleccionar material germoplásmico de maíz (Zea mays L.), bajo condiciones de laboratorio, obteniendo resultados satisfactorios. Por otra parte, Bonilla (1981), seleccionó material germoplásmico de soya Glycine max (L.) - Merril, mediante el uso de la fitotoxina del hongo Fusarium oxysporum F.sp. Tracheiphilum (E.F. Sm) Snyder y Hansen, bajo condiciones de laboratorio. Otro autor fue Trápaga (1980) consistiendo su estudio en la producción del filtrado tóxico en medio líquido del hongo Fusarium culmorum (W.G. Sm) Sacc., en diferentes concentraciones en variedades de trigo para seleccionar genotipos resistentes al hongo, concluyendo que los efectos de la toxina son semejantes en invernadero y en

condiciones naturales; y que la fitotoxina del hongo es específica para variedades de trigo. Muñoz (1987) también realizó una evaluación in vitro con genotipos de maíz en base a su resistencia a Fusarium moniliforme, empleando la técnica del filtrado tóxico de este hongo, concluyendo que esta metodología es eficiente para selección de genotipos resistentes.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del Experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio del Departamento de Parasitología, así como en el invernadero, ambos pertenecientes a la Universidad - Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). La evaluación en - campo se efectuó en el Campo Experimental de Río Bravo, - Tamps., perteneciente al Instituto Nacional de Investiga - ciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

Constó de cuatro fases:

- a) Determinación del umbral de toxicidad diferen - cial (laboratorio).
- b) Evaluación de material in vitro (cámara biocli - mática).
- c) Evaluación en invernadero.
- d) Evaluación en campo.

### Material Genético

Para la realización del presente trabajo, fueron uti - lizados 30 materiales, los cuales fueron proporcionados por el Departamento de Leguminosas del Campo Experimental Río - Bravo, Tamps., y otra parte por la sección frijol del -

Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN, el cual se presenta en el Cuadro 3.1.

### Desarrollo de la Enfermedad

#### Aislamiento, Purificación e Incremento del Hongo

El material utilizado para el aislamiento del hongo fue enviado al Departamento de Parasitología de la UAAAN, - procedente del Campo Experimental Río Bravo, Tamps., lugar donde la enfermedad es severa; consistiendo en plantas de - frijol que presentaban la sintomatología característica de la enfermedad pudrición carbonosa.

Con este material se procedió a cortar pequeñas porciones de tallo sumergiéndolas en hipoclorito de sodio al - dos por ciento durante tres minutos, para su total desinfección, procediéndose después a lavarlos en agua destilada es - téril para eliminar residuos.

Una vez desinfectadas dichas porciones, se efectuó la siembra en papa-dextrosa-agar (PDA) incubándose en cámara bioclimática a una temperatura de 28°C por un lapso de - cinco días; al final del cual se procedió a la identifica - ción del hongo.

Para su incremento en forma pura se utilizó micelio y esclerocios, los cuales fueron guardados en refrigeración a una temperatura de 5°C para su conservación y posterior - utilización.

Cuadro 3.1. Relación de los 30 materiales de frijol utilizados para los propósitos de la presente tesis.

Número	Variedades
1	Pinto 114
2	Carioca
3	Adjuntas 21
4	Mulato
5	S-18-RB
6	Delicias 71
7	Pinto Norteño
8	Fe-30-RB
9	S-17-RB
10	Negro Azabache
11	Flor de Mayo
12	Negro Jamapa
13	Ciateño
14	Canario
15	Agrarista
16	Negro Huasteco
17	Agramejo
18	S-4-RB
19	Misc. Elite Fe-62-RB
20	Fe-22-RB
21	S-3-RB
22	Misc. elite Fe-28-RB
23	Th-400-M <sub>4</sub> T-M <sub>3</sub> -6-3-1-U-Mn-T <sub>9</sub>
24	Fe-33-RB
25	S-19-RB
*26	Ojo de cabra
*27	Bayo Zacatecas
*28	D-4
*29	D-6
*30	D-10

\* Material proporcionado por la sección frijol UAAAN

### Producción y Obtención del Metabolito Tóxico

Los ingredientes y cantidades que se emplearon fueron las siguientes: papa, 200 gr; dextrosa, 10 gr; sacarosa, 5 gr, por un litro de agua destilada.

El procedimiento utilizado para la producción y obtención del metabolito tóxico fue el siguiente:

La papa sin cáscara fue cortada en pequeños trozos, colocándose en matraces que se aforaron con agua destilada y se llevaron a ebullición durante 30 minutos, al final de lo cual se tamizó utilizándose una manta. Parte de este filtrado (500 cc) se colocó en un matraz agregándose las cantidades correspondientes de dextrosa y sacarosa, se aforó a un litro con agua destilada estéril.

Cuatro litros de este preparado fueron repartidos en ocho matraces con capacidad de un litro, los cuales fueron esterilizados en una olla de presión a 15 libras, durante 15 minutos, para evitar contaminaciones posteriores.

Una vez preparado este medio de cultivo, se procedió a la inoculación, tomándose para ello el cultivo puro de M. phaseolina que había sido guardado con anterioridad para este fin en cajas de petri; se utilizó un corte de un centímetro cuadrado aproximadamente para cada uno de los ocho matraces; éstos fueron colocados en cámara bioclimática a una temperatura de 28°C debido a que se ha reportado que este hongo prospera mejor bajo estas condiciones (Dhingra y

Sinclair, 1978), procediéndose a agitar diariamente estos matraces para estimular producción de toxinas.

Con el propósito de comprobar el consumo de azúcar - por parte del hongo, fue necesario realizar la prueba de glucosa, para la cual se utilizaron tabletas de uso común en laboratorio clínico, para determinación de azúcar en la orina. Esta prueba consiste en colocar en un tubo de ensaye una pequeña cantidad del medio de cultivo en la cual se introdujo la tableta y comparando la reacción respectiva con una escala colorimétrica, la cual nos representa las diferentes concentraciones de azúcar. Estas pruebas se efectuaron a los 30, 60 y 75 días, al final de lo cual se comprobó que ya existía una total ausencia de azúcares, por lo que se procedió a filtrar el contenido de cada matraz, usándose para ello papel Whatman No. 30, bomba de vacío, matraz kitasato y embudo Buchner; filtrándose dos veces con el objeto de separar el micelio y esclerocios y obtener únicamente el filtrado tóxico (patotoxina), posteriormente el líquido resultante con la patotoxina se esterilizó en olla de presión a 15 libras durante 15 minutos y se guardó luego en refrigeración a una temperatura de 5°C.

#### Determinación del Umbral de Toxicidad Diferencial

Para estudiar el efecto del metabolito tóxico en las diferentes variedades, se procedió primero a determinar el umbral de toxicidad diferencial (UTD). Para ello se utilizó

la variedad Pinto 114 reportada como muy susceptible a la enfermedad en la región de Río Bravo, Tamps., y un cultivo no hospedante del patógeno, como es el caso del trigo al que llamaremos cultivo diferencial. El objetivo de esta prueba fue la de determinar las concentraciones de toxina que inhiben menos el crecimiento radical y no causen necrosis en las raíces de las semillas de trigo, pero que sí causen estos efectos en las semillas de frijol. Esta concentración es lo que llamaremos UTD.

Para realizar esta prueba se prepararon diluciones (tratamientos) de 100, 50, 25, 12.5 y 0 por ciento (testigo de agua destilada estéril) patotoxina. Al hacer las diluciones se empleó agua destilada estéril. Se colocaron 20 ml de cada uno de los tratamientos en cajas petri previamente esterilizadas, conteniendo en su base papel filtro. Posteriormente se colocaron cuatro semillas germinadas de cada una de las variedades, que previamente habían sido desinfectadas con hipoclorito de sodio al dos por ciento, lavándose después en agua destilada estéril para evitar contaminación. Estas cajas se conservaron en cámaras bioclimáticas durante 48 horas a una temperatura de 28°C efectuándose posteriormente una medición radical para determinar el UTD.

#### Evaluación de Material Germoplásmico in vitro

Una vez determinado el UTD se efectuó la evaluación de los 30 materiales de frijol, para lo cual se efectuó el siguiente procedimiento: primeramente se hizo una -

desinfección de la semilla con hipoclorito de sodio al dos por ciento durante tres minutos, posteriormente se lavaron en agua destilada estéril para eliminar residuos del desinfectante. Las semillas de las 30 variedades se pusieron a germinar en la cámara bioclimática a una temperatura de 28°C durante tres días, para lograr una uniformidad en la germinación. Una vez germinadas se seleccionaron cuatro semillas de cada variedad, con una longitud radicular uniforme (1.5 cm aproximadamente) se depositaron en las cajas petri con papel filtro al fondo, habiendo sido éstas esterilizadas previamente y agregándosele la concentración de 12.5 por ciento de patotoxina en una cantidad de 20 ml por caja, siendo cinco repeticiones por tratamiento, incluyendo un testigo. Esta prueba duró dos días en la cámara bioclimática a una temperatura de 28°C, al final de lo cual se procedió a efectuar la medición radical en cada uno de los tratamientos.

#### Evaluación de Material Germoplásmico Bajo Condiciones de Invernadero

El objetivo de esta prueba consistió en conocer el efecto que produce el hongo M. phaseolina sobre la supervivencia final de las variedades de frijol para lo cual se procedió de la siguiente manera:

##### Incremento del Inóculo

En un matraz de un litro fueron colocados 600 gr de semilla de sorgo, la cual fue humedecida previamente

durante un período de 12 horas, procediéndose posteriormente a esterilizarse en una olla de presión a 15 libras durante tres días consecutivos, por un lapso de 30 minutos diarios. Al final del período de esterilización, se inoculó el sorgo con el hongo que previamente había sido identificado y cultivado en forma pura, dejándose en reposo en la cámara bioclimática a una temperatura de 28°C en un período de 10 días.

### Inoculación del Suelo

El suelo utilizado para la siembra fue esterilizado en Bromuro de metilo, siguiendo cuidadosamente los pasos recomendados para este procedimiento. Al cuarto día este suelo fue mezclado con el inóculo de la semilla de sorgo al 10 por ciento procediéndose después a sembrar en macetas de un kilogramo, seis semillas de cada uno de los genotipos, con el propósito de aclarar después a cuatro plantas por maceta.

### Unidad y Diseño Experimental

Los diseños experimentales utilizados para cada una de las evaluaciones en sus diferentes etapas, son las que a continuación se mencionan:

### Determinación del Umbral de Toxicidad Diferencial (UTD)

Para la realización de esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones (cuatro semillas por unidad) y cinco tratamientos (0, 12.5

25, 50 y 100 por ciento patotoxina), procediéndose poste - riormente a tomar datos de longitud radical.

#### Evaluación de Material Germoplásmico in vitro

El diseño experimental utilizado en este caso fue complemente al azar con arreglo combinatorio de dos facto - res: variedades como factor A y concentraciones como factor B (0 y 12.5 por ciento) con cinco repeticiones por variedad, tomándose datos finales de longitud radical.

#### Evaluación de Material Germoplásmico en Invernadero

Cada una de las variedades fue sembrada en cinco re - peticiones, colocando cuatro semillas por repetición, el - porcentaje de mortalidad de las plantas se registró a los - 30 y 60 días determinándose de este modo la supervivencia - final y evaluándose en un diseño completamente al azar (da - tos transformados raíz cuadrada).

#### Evaluación de Material Germoplásmico en Campo

No se utilizó ningún diseño, la evaluación fue he - cha en base a porcentaje de plantas dañadas.

#### Análisis Estadístico

Los análisis de varianza utilizados para cada una - de las fases en las que consistió el presente estudio, fue - ron las siguientes:

a) Determinación del umbral de toxicidad diferencial.

b) Evaluación de Material Germoplásmico in vitro

El análisis de varianza correspondiente al arreglo - combinatorio completamente al azar para estimar la diferen - cia entre genotipos y dosis de patotoxinas y sus posibles in - teracciones, fue mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde:  $Y_{ijk}$  = respuesta observada en la k-ésima repetición para la combinación del nivel j-ésimo de B - con el nivel i-ésimo de A.

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del i-ésimo nivel de A

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo nivel de B

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción del i-ésimo nivel - con el j-ésimo nivel

$\epsilon_{ijk}$  = efecto del error experimental

Para detectar las diferencias entre los promedios de los diferentes tratamientos en estudio, fue utilizada nueva - mente la prueba de rango múltiple Tukey.

c) Evaluación de material gemoplásmico en invernade - ro

El modelo estadístico utilizado en las dos fases (a y c) fue de acuerdo al diseño experimental completamente al azar, que a continuación se describe:

$$Y_{ij} = \mu + \zeta_i + \epsilon_{ij}$$

donde:  $Y_{ij}$  = valor observado del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = media general

$\zeta_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = error experimental

Este análisis de varianza fue utilizado para detectar las diferencias que existen entre cada uno de los tratamientos considerados en estos experimentos.

Se realizaron comparaciones de medias de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey, para (a) y DMS para (c).

d) Evaluación de material germoplásmico en campo.

Los tratamientos se distribuyeron en bloques al azar (repetidos dos veces), la parcela experimental consistió de dos surcos de dos metros de largo. Después de la siembra se cuantificó el número total de plantas emergidas, registrándose además el número de plantas marchitas o muertas con síntomas característicos de la enfermedad cada 10 días. Para su evaluación no se utilizó ningún diseño considerándose para ello porcentajes para la clasificación de genotipos para susceptibilidad, mediante la siguiente escala:

0 por ciento	inmunes	(I)
1-10 por ciento	resistentes	(R)
11-30 por ciento	Moderadamente resistentes	(MR)
31-70 por ciento	Moderadamente susceptibles	(MS)
71-100 por ciento	Susceptibles	(S)

Cuadro 3.2. Análisis de varianza para el diseño experimental completamente al azar.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SCT}{t-1}$	$\frac{CMT}{CMEF}$
Error experimental	t(r-1)	SC total - SCT	$\frac{SCEE}{t(r-1)}$	
Total	rt-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$		

Cuadro 3.3. Análisis de varianza correspondiente al arreglo combinatorio de diseño completamente al azar

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Cuadrados medios	Fc
Factor A	a - 1	$\frac{\sum_{i=1}^a Y_{i..}^2}{br} - \frac{Y_{...}^2}{abr}$	$\frac{SCA}{a-1}$	$\frac{CMA}{CMEE}$
Factor B	b - 1	$\sum_{j=1}^b Y_{.j}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abr}$	$\frac{SCB}{b-1}$	$\frac{CMB}{CMEE}$
Interacción (A x B)	(a-1)(b-1)	$\frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{abr} - SCA - SCB$	$\frac{SCAB}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CMAB}{CMEE}$
Error exp.	ab(r-1)	Por diferencia	$\frac{SCE}{ab(r-1)}$	
Total	abr - 1	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abr}$		

A: Variedades  
 B: Concentraciones

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que a continuación se muestran fueron obtenidos de los análisis de varianza respectivos a cada uno de los experimentos efectuados para cada una de las etapas realizadas.

### Determinación del UTD

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios para tratamientos de los análisis de varianza individuales, en donde podemos observar que existe una diferencia altamente significativa para la fuente de variación tratamientos, lo que significa que las diferentes concentraciones de patotoxinas que fueron probadas en una variedad de frijol y otra de trigo traen como consecuencia un daño diferencial en las raíces de los respectivos cultivos.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios, coeficiente de variación y significancia de los análisis de varianza para longitud radicular en los cultivos de frijol y trigo sometidos a diferentes concentraciones de patotoxina durante 48 hr.

F.V.	g.l.	Trigo C.M.	Frijol C.M.
Tratamientos	4	21.06**	13.87**
Error exp.	20	0.088	0.183
C.V. (%)		6.49	10.39

C.V.: coeficiente de variación

\*\* : significancia al 0.01 de probabilidad

En el Apéndice se puede observar el resultado obtenido (Figura A.1) del daño que causan las diferentes concentraciones de patotoxina, la cual indica que las concentraciones mayores de 100 y 50 por ciento inhiben drásticamente el crecimiento radical tanto en frijol como en trigo, observándose lesiones necróticas típicas de la enfermedad causada por este hongo, coincidiendo con la sintomatología de infección descrita por Dhingra y Sinclair (1978) y Schwartz (1980). A medida que hay una disminución en la concentración del metabolito tóxico se observa que el daño va en decremento permitiendo un crecimiento radical más normal; siendo los niveles de 25 y 12.5 por ciento los que causan menos daño en las raíces de trigo, donde no se observaron lesiones necróticas radicales, pero que en el caso del frijol, sí causan este tipo de daño. Resultados similares son reportados por Green (1984).

A continuación, en el Cuadro 4.2 se presentan las pruebas de rango múltiple, donde se comparan las medias de longitud radical tanto para frijol como para trigo. En donde podemos observar que las longitudes radicales de ambas variedades fluctúan desde 2.776 a 6.762 cm en frijol, y de 2.804 a 7.046 cm en trigo; en ambos casos, no se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de patotoxina de 100 por ciento y 50 por ciento, causando un severo daño en ambos cultivos.

En el caso del trigo, las concentraciones de 12.5 por ciento no tuvieron diferencias significativas comparadas

Cuadro 4.2. Pruebas de Tukey y significancia para estudiar las diferentes concentraciones de patotoxina en los cultivos de trigo y frijol.

Cultivos	Concentraciones de Patotoxina (%)				
	0	12.5	25	50	100
Trigo					
$\bar{x}$ Longitud radical	7.046	6.514	3.652	2.844	2.804
Significancia	a	a	b	bc	c
Frijol					
$\bar{x}$ longitud radical	6.762	4.682	3.528	2.838	2.776
Significancia	a	b	c	cd	d

Frijol:  $q .01 = 1.0119$

Trigo:  $q .01 = 0.7014$

con el testigo y en donde no se observaron lesiones radicales; sin embargo, en el caso del cultivo del frijol sí existen diferencias significativas entre el testigo y la concentración de 12.5 por ciento del metabolito tóxico, presentándose en este caso un menor crecimiento radical en el frijol en el cual se observó que existían lesiones típicas de la enfermedad.

En función a estos resultados, y con el propósito de continuar con la siguiente fase del experimento, se determinó que la mejor concentración para probar la susceptibilidad de los materiales al hongo M. phaseolina fue la de 12.5 por ciento, que para nuestro caso, será el UTD. Resultados similares fueron encontrados por Hernández (1985) y Green (1984).

#### Evaluación de Material Germoplásmico in vitro

En el Cuadro 4.3 se concentran los resultados del análisis de varianza para la longitud radical de 30 variedades de frijol evaluadas en dos concentraciones de patotoxina

Cuadro 4.3. Análisis de varianza para la longitud radical de 30 variedades de frijol; evaluadas en dos concentraciones de patotoxina del hongo M. phaseolina.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.
Tratamientos	59	780.153	13.22**
Factor A (variedades)	29	488.338	16.84**
Factor B (concentraciones)	1	227.714	227.714**
Interacción A x B	29	64.101	2.21**
Error	240	68.837	0.287
Total	299	848.990	

\*\* : significancia al nivel de 0.01

a : variedades

b : niveles de patotoxina

CV: 8.93%

(0 y 12.5 por ciento). Se observa que existen diferencias - altamente significativas para todas las fuentes de variación; esto indica que para la fuente de variación Factor (A) las variaciones muestran una longitud radical diferente; es decir, que cada variedad difiere en su capacidad de crecimiento radical. Para la fuente de variación B (concentraciones) nos indica que las variedades fueron afectadas en su crecimiento radical al pasar de una concentración a otra, y para la fuente de variación variedades por concentración, los resultados indican que existe una alta interacción, sugiriendo que hay una respuesta diferencial de las variedades al ser sometidas a diferentes concentraciones de patotoxina, - es decir, que algunas variedades resultan más afectadas que otras al pasar de la concentración cero por ciento a la de 12.5 por ciento; resultados similares los reporta Hernández

(1985). Sin embargo, en su estudio sobre selección germoplásmica de frijol mediante el uso de patotoxina, Green (1984) no encontró interacciones entre variedades y concentraciones, esto quizá se debió a las características de resistencia de los materiales utilizados, siendo éstos muy homogéneos.

Como los factores no son independientes, se determinó cual variedad presentaba un daño más severo al aplicarse los niveles de patotoxina; con el propósito de determinar en forma estadística el grado de daño sufrido por las variedades, se efectuó una clasificación en función a los diferentes niveles de probabilidad; si la diferencia entre los niveles B para cada una de las variedades resulta mayor que el nivel de probabilidad al 0.01, significa que las variedades son susceptibles; si la diferencia se encuentra entre los niveles de 0.05 y 0.01, las variedades serán medianamente resistentes y si el valor de la diferencia es menor del 0.05, entonces las variedades serán resistentes. No se probaron otros niveles porque la totalidad de las variedades cayeron dentro de estas tres clasificaciones, no detectándose variedades que pudiesen ser inmunes.

En el Cuadro 4.4 se presentan los resultados de las diferencias de longitud radical promedio entre los diferentes niveles de patotoxina, para cada una de las variedades; donde encontramos que las variedades resistentes son: Carioca, S-3-RB, S-19-RB; las variedades moderadamente resistentes son: Adjuntas 21, Negro Azabache, Ciateño, Agrarista, -

Cuadro 4.4. Prueba de rango múltiple (Tukey) para longitud radicular promedio de 30 variedades de frijol - sometidas a dos concentraciones de patotoxina - del hongo M. phaseoli durante 48 hr.

Variedades	$\bar{x}$ Longitud radicular con dos niveles de patotoxina		Diferencias
	0%	12.5%	
Pinto americano 114	6.82	4.77	2.05**
Carioca	6.86	6.32	0.54
Adjuntas 21	5.74	5.04	0.70*
Mulato	6.32	4.54	1.78**
S-18-RB	6.81	4.94	1.87**
Delicias 71	6.93	4.08	2.85**
Pinto norteño	6.86	5.64	1.22**
Fe-30-RB	8.71	6.84	1.87**
S-17-RB	7.09	5.06	2.03**
Negro azabache	7.84	7.08	0.76*
Flor de mayo	9.07	6.28	2.79**
Negro jamapa	8.12	6.26	1.86**
Ciateño	6.11	5.40	0.71*
Canario	7.66	3.64	4.02**
Agrarista	5.49	4.81	0.68*
Negro huasteco	7.19	5.63	1.56**
Agramejo	7.88	7.02	0.86*
S-4-RB	7.67	6.24	1.43**
Misc. Elite Fe-62-RB	7.75	5.24	2.51**
Fe-22-RB	4.66	1.98	2.68**
S-3-RB	6.80	6.28	0.52
Misc. Elite Fe-28-RB	6.70	5.97	0.73*
Th-400-M <sub>4</sub> T-M <sub>3</sub> -6-3-1-U-T <sub>9</sub>	4.78	3.82	0.96**
Fe-33-RB	6.69	4.54	2.15**
S-19-RB	8.66	8.06	0.60
Ojo de cabra	6.46	3.28	3.18**
Bayo Zacatecas	4.82	2.26	2.56**
D-4	4.67	1.84	2.83**
D-6	5.70	3.05	2.65**
D-10	6.84	5.54	1.30**

$$W_{.05} = 0.664$$

$$W_{.01} = 0.872$$

Agramejo, Misc. Elite Fe-28-RB, y el resto de las variedades se consideró susceptible.

Evaluación de Material Germoplásmico  
Bajo Condiciones de Invernadero

En el Cuadro 4.5 se presentan los resultados de los análisis de varianza correspondientes a la evaluación de los 30 materiales bajo condiciones de invernadero, en donde se observa que existen diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos; ésto significa que los materiales, al ser evaluados bajo estas condiciones, presentan diferencias en cuanto al grado de ataque del hongo M. phaseolina, según la metodología descrita por Díaz y Rodríguez (1987) en su trabajo sobre la evaluación de métodos de inoculación, donde concluyen que la semilla de sorgo inoculada y mezclada en suelo, fue la que mostró mayor número de plantas enfermas en los genotipos probados, siendo la más adecuada.

Cuadro 4.5. Análisis de varianza de la evaluación de 30 materiales de frijol bajo condiciones de invernadero.

F.V.	g.l.	C.M.	Fc 0.01
Tratamientos	29	0.483	4.16**
Error experimental	120	0.116	
Total	149		

C.V. = 23.68%

\*\* : significancia al nivel de 0.01

En el Cuadro 4.6 se muestran los resultados obtenidos con la prueba de rango múltiple DMS, en donde se encontró que las variedades que sufrieron menos daño en su tasa de supervivencia a los 30 días, fueron: S-19-RB, Carioca, - S-3-RB, Agramejo, Negro Azabache, Th-400-M<sub>4</sub>T-M<sub>3</sub>-6-3-1-U-Mn-T<sub>9</sub>, Ciateño, Adjuntas 21, D-10, Agrarista. Si comparamos estos resultados de invernadero con los resultados obtenidos en las pruebas in vitro (Cuadro 4.4) se puede observar que las variedades en ambos casos coinciden; es decir, que las variedades más resistentes reportadas bajo condiciones in vitro son las mismas que resultaron menos dañadas bajo condiciones de invernadero a los 30 días. Sin embargo, al observar el Cuadro A.5 del apéndice, vemos que al transcurrir más días en invernadero (datos a los 60 días) todas las variedades se tornan susceptibles, esto es debido a que en el caso de invernadero las plantas tuvieron mayor tiempo de exposi-ción al contacto del hongo causante de la pudrición carbonosa, mientras que en el caso de las pruebas in vitro los materiales solamente fueron expuestos a los efectos del filtrado tóxico, durante 48 horas, indicando ésto que quizá una exposición de más horas bajo estas condiciones, tal vez traería como consecuencia la obtención de resultados similares a los obtenidos en invernadero a los 60 días, mostrando que la mayoría de las variedades son susceptibles a este patógeno.

Cuadro 4.6. Prueba de rango múltiple (DMS) para el efecto - del hongo M. phaseolina inoculado a suelo estéril (invernadero) sobre la supervivencia final de 30 variedades de frijol.

Variedad	$\bar{x}$
S-19-RB	0.908 a
Carioca	0.908 a
Ciateño	0.980 a
Agramejo	1.012 a
Negro azabache	1.012 a
Th-400-M <sub>4</sub> T-M <sub>3</sub> -6-3-1-U-Mn-T <sub>9</sub>	1.084 a
S-3-RB	1.084 a
Adjuntas 21	1.116 a
D-10	1.188 a
Agrarista	1.260 a
Flor de mayo	1.332
Fe-22-RB	1.364
Negro huasteco	1.426
Fe-30-RB	1.434
S-4-RB	1.506
S-17-RB	1.566
Pinto norteño	1.566
Mulato	1.566
D-4	1.624
Fe-33-RB	1.624
S-18-RB	1.624
Misc. elite Fe-28-RB	1.674
Negro jamapa	1.674
Misc. elite Fe-62-RB	1.710
Delicias 71	1.760
Bayo Zacatecas	1.782
Ojo de cabra	1.804
Pinto americano 114	1.832
D-6	1.854
Canario	1.854

Los materiales con la misma letra son estadísticamente iguales

DMS 0.05 = 0.442

Evaluación de Material Germoplásmico  
Bajo Condiciones de Campo

En el Cuadro A.6 del apéndice se muestran los resultados obtenidos de la prueba de las 30 variedades de frijol en condiciones de campo, registrándose el total de plantas dañadas en cada una de las cuatro muestreos efectuadas con un intervalo de 10 días entre cada uno. En términos generales, la tendencia que muestran los materiales conforme pasa el tiempo, es la misma que se comentó con anterioridad, esto es, que en el primer muestreo la casi totalidad de los materiales son resistentes y moderadamente resistentes a esta enfermedad, sin embargo, conforme avanza el tiempo, la mayor exposición de los materiales al inóculo, hace que éstos vayan tornándose más susceptibles, de tal forma que todos ellos, en el cuarto muestreo, fueron dañados totalmente, concluyendo que no existen materiales resistentes a Macrophomina phaseolina. Guerrero y Valdez (1987), al efectuar un estudio de variedades de frijol contra este patógeno en condiciones de campo, obtuvieron observaciones similares, es decir, un retardo en la infección del hongo, lo que indicaba la diferente susceptibilidad que presenta Phaseolus vulgaris al patógeno. Díaz (1987), en su estudio respuesta de genotipos de frijol a pudrición carbonosa, reporta que algunos materiales mostraron resistencia durante los primeros estadios de desarrollo de la planta, las cuales, sin embargo, posteriormente se tornaron susceptibles, mencionando que quizá estos genotipos tengan algunas

ventajas debido a que la cantidad de inóculo secundario producido (picnidiosporas) sea menor que en los genotipos que muestran susceptibilidad en las primeras, por lo que bajo condiciones favorables, éstos escaparon a la infección del patógeno.

En nuestro estudio también existe una correspondencia entre los materiales menos dañados evaluados bajo las fases de laboratorio, invernadero (30 días) y campo (segundo muestreo).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se puede concluir:

a) Determinación del Umbral de Toxicidad Diferencial

En base a los resultados obtenidos, se determina que la mejor concentración para evaluar la respuesta de materiales de frijol a la pudrición carbonosa, es la de 12.5 por ciento de patotoxina.

b) Evaluación de material germoplásmico in vitro

De las variedades de frijol evaluadas en la fase de laboratorio, utilizando la patotoxina del hongo, se encontraron genotipos menos dañados (30 por ciento).

c) Evaluación de material germoplásmico en invernadero

Al efectuarse la evaluación a los 30 días, sólo el 30 por ciento aproximadamente mostró resistencia; sin embargo, en la posterior evaluación (60 días), todas las variedades fueron susceptibles, por lo que solamente se retrasó la manifestación de la enfermedad.

d) Evaluación de material germoplásmico en campo

Los resultados obtenidos bajo esta evaluación nos indican que solamente en los primeros muestreos - con intervalo de 10 días, algunas variedades mostraron cierta tolerancia al daño del patógeno. Pero al estar los genotipos expuestos por más - tiempo al inóculo, éstos se tornaron susceptibles determinándose que en el presente trabajo existió similitud entre las diferentes metodologías.

e) Dada la concordancia que tienen los presentes resultados con los trabajos anteriores, se concluye que la metodología de evaluación seguida en - el presente estudio es adecuada para ser utilizada en la selección e/o identificación de germaplasma en base a su reacción a M. phaseolina, in vitro.

## SUGERENCIAS

Con el propósito de dilucidar más claramente los - efectos que el filtrado tóxico del hongo M. phaseolina puede producir sobre los diferentes genotipos de frijol, a fin de efectuar tempranamente una selección de material que pueda ser resistente al ataque de este hongo, se sugiere para posteriores investigaciones, lo siguiente:

- a) Tomar en consideración que debido a la patogenicidad del hongo, difiere de acuerdo con sus cepas. Sería recomendable efectuar experimentos en donde primeramente se incluyera una gama más amplia de cepas de este patógeno, con diferentes grados de virulencia.
- b) Cuando se efectúan las pruebas in vitro, se sugiere que el tiempo de exposición de los materiales al filtrado tóxico sea de más tiempo, tomándose por lo menos cuatro observaciones: a las 24, 48, 72 y 96 hr. Esto es debido a que algunas variedades pudieran presentar una resistencia morfológica a la penetración del hongo que pudieran considerarse como genéticamente resistentes sin serlo, ya que escaparían temporalmente a la acción del hongo.

- c) Sería recomendable que en trabajos futuros sea -  
empleado germoplasma no sólo de la especie -  
vulgaris, sino de otras especies cultivadas o -  
silvestres.
- d) Para trabajos de selección realizados en campo,  
se sugiere sembrar el mayor número de repeticio-  
nes posibles para evitar sesgos en la manifesta-  
ción de la enfermedad, aparte de asegurarse de -  
que el suelo esté bien nivelado e infestado lo -  
más uniformemente posible con el hongo.

## RESUMEN

El desarrollo del presente experimento constó de las siguientes fases: pruebas in vitro, prueba de invernadero y pruebas en el campo; con el propósito de evaluar la resistencia de 30 genotipos de frijol al ataque del hongo Macrophomina phaseolina, causante de la enfermedad conocida como pudrición carbonosa.

Para determinar la mejor dosis de patotoxina que pudiera arrojar mejor información, se efectuó la prueba de UTD que consiste en probar diferentes concentraciones, utilizando para ello una variedad susceptible de frijol y un cultivo diferencial que en nuestro caso fue el trigo; los resultados indicaron que la mejor concentración de patotoxina fue la de 12.5 por ciento, que causó daños en frijol, pero no afectó al trigo.

Habiéndose determinado el UTD, fueron sometidas bajo la prueba in vitro 30 variedades de frijol, encontrándose que los materiales que mostraron cierta resistencia al ataque del patógeno fueron: Carioca, S-3-RB, S-19-RB (resistentes); Adjuntas 21, Negro Azabache, Ciateño, Agrarista, Agramejo, Misc. elite Fe-28-RB (moderadamente resistentes).

Para la evaluación realizada bajo condiciones de invernadero, se encontró que las variedades que sufrieron menos daño en su tasa de supervivencia a los 30 días fueron: S-19-RB, Carioca, S-3-RB, Agramejo, Negro Azabache, Th-400-M<sub>4</sub>T-M<sub>3</sub>-6-3-1-U-Mn-T<sub>9</sub>, Ciateño, Adjuntas 21, D-10 y Agrarista, existiendo una correspondencia con los materiales que mostraron resistencia bajo condiciones in vitro.

Los resultados obtenidos bajo condiciones de campo en los cuales se efectuaron cuatro muestreos con intervalos de 10 días, indica que solamente algunas variedades mostraron cierto grado de resistencia al ataque del patógeno en los primeros muestreos; que en términos generales los mismos que con anterioridad se había señalado; sin embargo en el último muestreo se observó que la totalidad de los materiales son susceptibles al ataque de M. phaseolina, con lo tanto, que dentro de este grupo evaluado no existen materiales resistentes.

Existe una correspondencia entre las metodologías utilizadas para evaluar la resistencia de los materiales; la cual solamente coincide durante las primeras fases de prueba bajo condiciones de invernadero y campo.

## LITERATURA CITADA

- Bonilla, A.S.P. 1981. Selección de material germoplásmico de soya Glycine max (L.) Merrill., mediante el uso de la fitotoxina del hongo (E.F. Sm.) Snyder y Hansen bajo condiciones de laboratorio. Tesis M.C. ITESM. Monterrey, N.L. 64 p.
- Castellanos, L.J.S. 1981. Evaluación del uso del filtrado tóxico del hongo Helminthosporium furcicum Pass., como método para seleccionar material germoplásmico de maíz (Zea mays L.), bajo condiciones de laboratorio. Tesis M.C. ITESM. Monterrey, N.L. 126 p.
- Cook, G.E., M.G. Boosalis, L.D. Dunkle & G.N. Odray. 1973. Survival of Macrophomina phaseoli in corn and sorghum stalk residue. Plant. Dis. Rept. 57:873-875.
- Chan, Y.H. and W.E. Sackston. 1970. Polygalacturonase production by virulent and avirulent isolates of Sclerotium bataticola in culture and in sunflowers. Can. Jour. Bot. 48:1449-1453.
- Dhingra, O.D. and J.B. Sinclair. 1973. Variation of Macrophomina phaseoli on soybean plants related to culture characteristics and virulence. Phytopathology 63:934-936.
- 
- \_\_\_\_\_ . 1978. Biology and pathology of Macrophomina phaseolina. Univ. Fed. de Viscosa. brasil. 166 p.

- Dhingra, O.D., F.D. Tenne and J.B. Sinclair. 1976. Method for - determination of competitive saprophytic colonization - of soil fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. 66:447-456.
- Díaz, F.A. 1985. Estudios sobre la pudrición carbonosa (Macrophomina phaseolina) en frijol (Phaseolus vulgaris L.) y evaluación de fungicidas aplicados a la semilla en invernadero. Tesis M.C. ITESM. Monterrey, N.L. 69 p.
- \_\_\_\_\_. 1987. Respuesta de genotipos de frijol a la pudrición - carbonosa causada por Macrophomina phaseolina en campo. XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. p. 96.
- Díaz, F.A. y C.G. Rodríguez. 1987. Evaluación de métodos de - inoculación de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. en frijol (Phaseolus vulgaris) en invernadero. Revista Mexicana de Fitopatología. 5(1):101.
- Durbin, R.D. 1981. Toxins in plant disease. Academic Press. New York. pp. 3-4.
- Green, G.C. 1984. Selección de material germoplásmico de frijol (Phaseolus vulgaris L.) mediante el uso de la patotoxina del hongo Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid., bajo condiciones de laboratorio. Tesis M.C. ITESM. Monterrey, N.L. 54 p.
- Guerrero, R.J.C. y R.D. Valdez. 1987. Reacción de variedades de frijol contra Macrophomina phaseolina en condiciones de campo. XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. 95 p.
- Hernández, P.N.A. 1985. Evaluación de material germoplásmico de frijol (Phaseolus vulgaris L.) a la pudrición carbonosa, mediante el uso de la patotoxina del agente causal Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid., bajo - condiciones de laboratorio. Tesis profesional ITESM. Monterrey, N.L. 46 p.

- Horst, K. 1979. Westcott's plant disease handbook. 4th ed. Van Nostrand. New York. pp. 324-325.
- Ilyas, M.B., M.A. Ellis and J.B. Sinclair. 1976. Effect of soil fungicides on Macrophomina phaseolina - sclerotium viability in soil and in soybean stem - pieces.. Phytopathology 66:355-359.
- Kendrick, J.B. 1933. Seedling stem blight of field beans - caused by Rhizoctonia bataticola at high temperatures Phytopathology 23:949-963.
- Luttrell, E.s. and K.H. Garren. 1952. Blights of snap bean in Georgia. Phytopathology 42:607-613.
- Mackie, W.W. 1932. A hitherto unreported disease of maize - and beans. Phytopathology 22:637-644.
- Mathur, G.B. 1968. Production of toxins and pectolytic - enzymes by two isolates of Sclerotium bataticola -- Taub. and their role in pathogenesis. Phytopathology 63:327-333.
- Meyer, W.A., J.B. Sinclair and M.M. Khare. 1973. Biology of Macrophomina phaseoli in soil studied with selective media. Phytopathology 63:613-620.
- Mitchell, R. 1984. The relevance of non-host-specific toxins in the expression of virulence by pathogenesis. Ann. Rev. Phytopath. 22:215-245.
- Muñoz, M.A. 1987. Determinación de la metodología para evaluar in vitro genotipos de maíz en base a sus resistencia a Fusarium moniliforme Sheld. Tesis M.C. - UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 44 p.
- Norton, D.C. 1954. Linear growth of Sclerotium bataticola through soil. Phytopathology 43:633-636.

- Pringle, R.B. and R.P. Scheffer. 1964. Host-specific plant toxins. *Ann. Rev. Phytopath.* 2:133-156.
- Schwartz, H.F. 1980. Diversos patógenos fúngicos. En: -  
Schwartz, H.F. y F.G. Galvez (eds.) problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris. -  
CIAT. Colombia. p. 132-134.
- Satischandra, K.M., R.V. Hiremath and R.K. Hedge. 1979. -  
Effect of organic amendmets and fungicides on the saprophytic activity of Rhizoctonia bataticola -  
causing root rot of beans. *Indian Phytopathology* 32:  
543-546.
- Thirumalachar, M.J. 1953. Pycnidial stage of charcoal rot -  
inciting fungus with a discussion on its nomenclature. *Phytopathology* 13:608-610.
- Trapaga, J.A. 1980. Selección de material germoplásmico de trigo (Triticum aestivum) mediante el uso de la patotoxina del agente causal Fusarium culmorum (W.G. Sm.) Sacc. bajo condiciones de laboratorio e invernadero. Tesis M.C. ITESM. Monterrey, N.L. p. 57.
- Turenne, C.H. 1977. Selección de material germoplásmico de maíz (Zea mays L.) al tizón de la hoja, mediante el uso de la patotoxina del agente causal Helmithosporium maydis Nisi-kado y Miyake. Tesis M.C. ITESM. Monterrey, N.L. pp. 71-74.
- Urdaneta, U.R. y L.I. de Bauer. 1981. Pudrición del cuello y tallo del ajonjolí, por Macrophomina phaseoli en diferentes regiones de México. *Agrociencia* 43:71-79.
- Wheeler, H. 1975. *Plant pathogenesis*. Springer Verlag. Berlin pp. 28-30.

Yoder, O.C. 1980. Toxinas in pathogenesis. Ann. Rev.  
Phytopath. 18:103-129.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Medias de longitud radicular del cultivo de frijol probado con diferentes niveles de patotoxina del hongo M. phaseolina

	I	II	III	IV	V
T <sub>1</sub>	1.87	2.90	3.00	3.20	2.91
T <sub>2</sub>	1.88	3.00	2.98	3.34	2.99
T <sub>3</sub>	3.53	3.53	3.80	3.00	3.78
T <sub>4</sub>	4.83	5.13	4.12	4.31	5.02
T <sub>5</sub>	6.80	6.51	6.70	6.80	7.00

F.V.	GL	CM	Fc
Tratamientos	4	13.87	75.79**
Error experimental	20	0.183	
Total	24		

C.V. = 10.39%

\*\* significancia para el 0.01 de probabilidad

Cuadro A.2. Medias de longitud radicular del cultivo del -  
trigo probado en diferentes niveles de patotoxi-  
na del hongo M. phaseolina

	I	II	III	IV	V
T <sub>1</sub>	3.10	2.98	2.14	2.84	2.96
T <sub>2</sub>	2.99	3.12	2.18	3.00	2.93
T <sub>3</sub>	3.61	3.72	3.88	3.49	3.56
T <sub>4</sub>	6.35	6.43	6.18	6.88	6.73
T <sub>5</sub>	6.90	7.21	7.01	7.31	6.80

F.V.	GL	CM	Fc
Tratamientos	4	21.06	239.32**
Error experimental	20	0.088	
Total	24		

C.V. = 6.49 %

\*\* significancia para el 0.01 de probabilidad

Cuadro A.3. Medias de longitud radicular de 30 variedades de frijol evaluadas bajo condiciones de laboratorio en dos concentraciones de patotoxina del hongo M. phaseolina

Variedades	I	II	III	IV	V	Total
Pinto 114	+6.95 *4.28	6.85 5.35	6.80 4.65	6.69 4.76	6.82 4.80	34.11 23.84
Carioca	6.91 6.81	7.32 6.82	6.40 5.43	6.68 5.91	7.01 6.64	34.32 31.61
Adjuntas 21	6.01 5.16	5.92 5.60	5.76 4.99	5.14 4.50	5.88 4.99	28.71 25.24
Mulato	5.98 3.72	6.18 4.81	7.13 5.38	6.00 3.91	6.31 4.90	31.60 22.72
S-18-RB	6.91 5.00	7.15 5.72	6.18 4.80	7.00 5.00	6.83 4.20	34.07 24.72
Delicias 71	6.18 3.48	7.16 4.80	7.41 4.31	6.93 3.81	7.00 4.00	34.68 20.40
Pinto norteño	6.80 5.30	7.21 6.81	7.00 5.72	6.99 5.40	6.32 5.01	34.32 28.24
Fe-30-RB	9.00 7.21	8.95 6.98	9.12 7.14	8.50 6.90	8.00 6.00	43.57 34.23
S-17-RB	7.00 4.99	7.21 5.01	7.16 6.12	7.14 4.21	6.98 5.00	35.49 25.33
Negro azabache	7.14 6.32	8.12 7.20	7.99 7.12	7.80 7.50	8.15 7.28	39.20 35.42
Flor de mayo	9.58 5.72	9.24 6.70	8.62 6.36	9.15 6.34	8.80 6.30	45.39 31.42
Negro jamapa	8.84 6.61	7.38 5.81	8.11 6.22	8.13 6.68	8.18 6.01	40.64 31.33
Ciateño	6.18 5.98	7.01 6.05	5.48 4.99	6.00 5.01	5.90 4.98	30.57 27.01
Canario	8.31 4.21	7.20 2.99	7.58 3.01	8.12 4.10	7.10 3.90	38.31 18.21
Agrarista	6.00 5.20	5.18 4.45	4.99 4.32	5.18 4.31	6.12 5.80	27.47 24.08
Negro huasteco	6.62 5.60	8.89 5.94	6.37 5.34	7.30 5.60	6.80 5.70	35.98 28.18
Agramejo	7.51 6.99	8.12 7.01	7.31 6.53	8.50 7.31	8.00 7.29	39.44 35.13
S-4-RB	8.10 6.99	7.90 7.00	8.21 6.20	7.15 5.00	7.00 6.01	38.36 31.20
Misc. elite Fe-62-RB	7.21 5.01	8.00 6.20	8.50 5.10	7.93 5.11	7.12 4.81	38.76 26.23

Cuadro A.3. ....continuación

Variedades	I	II	III	IV	V	Total
Fe-22-RB	5.01	4.98	4.00	5.21	4.12	23.32
	3.00	2.10	1.12	2.51	1.18	9.91
S-3-RB	6.99	7.15	6.12	7.18	6.60	34.04
	6.12	7.00	5.32	6.88	6.12	31.44
Misc. elite Fe-28-RB	6.81	7.14	6.18	6.50	6.91	33.54
	5.79	6.82	5.76	5.53	5.96	29.86
Th-400-M <sub>4</sub> T-M <sub>3</sub> -6-3-1-U-Mn-T <sub>9</sub>	4.32	5.18	4.12	5.90	4.41	23.93
	3.81	4.12	3.99	4.00	3.18	19.10
Fe-33-RB	7.12	6.40	6.81	7.00	6.12	33.45
	4.81	3.99	4.21	5.12	4.61	22.74
S-19-RB	8.90	9.16	8.12	9.00	8.16	43.34
	8.20	8.80	7.20	8.50	7.60	40.30
Ojo de cabra	6.21	7.14	5.98	6.00	7.01	32.34
	3.00	4.22	3.00	2.99	3.20	16.41
Bayo Zacatecas	4.91	5.12	4.00	5.23	4.85	24.11
	2.98	3.00	1.18	2.14	2.00	11.30
D-4	5.21	4.38	4.00	5.80	3.99	23.38
	2.18	2.00	1.85	2.10	1.10	9.23
D-6	6.14	5.18	6.00	4.99	6.21	28.52
	2.48	3.00	3.18	2.59	4.00	15.25
D-10	7.18	6.50	7.00	7.12	6.42	34.22
	5.98	5.12	4.99	5.76	5.88	27.73

Concentraciones: + 0 %

\* 12.5 %

Cuadro A.4. Datos de mortalidad en plantas de 30 variedades de frijol bajo condiciones de invernadero, tomados a los 30 días en suelo infestado de M. phaseolina

Variedades	Repeticiones					Evaluación		
	I	II	III	IV	V	TPD	%	Clasif.
Pinto 114	4	4	1	2	4	15	75	S
Carioca	0	0	1	0	1	2	10	R
Adjutnas 21	1	1	1	0	1	4	20	MR
Mulato	2	2	2	1	3	10	50	MS
S-18-RB	3	3	2	2	1	11	55	MS
Delicias 71	4	4	1	4	1	14	70	MS
Pinto norteño	3	2	1	2	2	10	50	MS
Fe-30-RB	1	1	2	2	2	8	40	MS
S-17-RB	3	2	1	2	2	10	50	MS
Negro azabache	0	1	1	1	0	3	15	MR
Flor de mayo	1	0	2	2	2	7	35	MS
Negro jamapa	3	4	2	1	2	12	60	MS
Ciateño	0	1	0	1	0	2	10	R
Canario	4	2	3	4	1	14	70	MS
Agrarista	0	2	1	1	2	6	30	MR
Negro huasteco	1	1	3	4	0	9	45	MS
Agramejo	0	1	0	1	1	3	15	MR
S-4-RB	1	3	3	3	0	10	50	MS
Misc. elite Fe-62-RB	1	4	1	3	4	13	65	MS
Fe-22-Rb	1	2	1	2	1	7	35	MS
S-3-RB	0	0	1	2	1	4	20	MR
Misc. elite Fe-28-RB	3	1	4	2	2	12	60	MS
Th-400-MT-M <sub>3</sub> -6-3-1-U-Mn-T <sub>9</sub>	1	2	0	1	0	4	20	MR
Fe-33-RB	2	1	3	3	2	11	55	MS
S-19-RB	0	0	1	0	1	2	10	R
Ojo de cabra	2	3	4	2	3	14	70	MS
Bayo Zacatecas	4	4	3	2	1	14	70	MS
D-4	3	2	2	1	3	11	55	MS
D-6	2	4	4	3	2	15	75	S
D-10	1	0	1	0	1	3	15	MR

TPD: Total de plantas dañadas

#: porcentaje

Clasif: clasificación

Tablas de clasificación

Inmune: 0%

Resistente: 1-10%

Moderadamente resistente: 11-30%

Moderadamente susceptible: 31-70%

Susceptible: 71-100%

Cuadro A.5. Datos de mortalidad en plantas de 30 variedades de frijol bajo condiciones de invernadero, tomados a los 60 días en suelo infestado por M. phaseolina

Variedades	Repeticiones					Evaluación		
	I	II	III	IV	V	TPD	%	Clasif.
Pinto 114	4	4	3	2	4	17	85	S
Carioca	1	1	2	1	2	7	35	MS
Adjuntas 21	2	3	1	2	2	10	50	MS
Mulato	4	2	2	3	3	14	70	MS
S-18-RB	3	4	3	2	2	14	70	MS
Delicias-71	4	4	3	4	2	17	85	S
Pinto norteño	3	3	3	2	4	15	75	S
Fe-30-RB	3	2	4	4	2	15	75	S
S-17-RB	3	4	2	3	2	14	70	MS
Negro azabache	1	2	1	1	3	8	40	MS
Flor de mayo	3	2	3	2	2	12	60	MS
Negro jamapa	3	4	3	2	2	14	70	MS
Ciateño	1	1	2	1	1	6	30	MR
Canario	4	2	3	4	3	16	80	S
Agrarista	2	3	2	2	3	12	60	MS
negro huasteco	3	4	3	4	2	16	80	S
Agramejo	2	2	1	3	1	9	45	MS
S-4-RB	2	3	4	4	2	15	75	S
Misc.elite Fe-62-RB	3	4	2	3	4	16	80	S
Fe-22-RB	2	3	2	3	2	12	60	MS
S-3-RB	3	1	2	3	2	11	55	MS
Mis. elite Fe-28-RB	3	2	4	2	3	14	70	MS
Th=400-M <sub>4</sub> T-M <sub>3</sub> -6-3-1-U-Mn-T <sub>9</sub>	2	4	2	2	1	11	55	MS
Fe-33-RB	3	2	3	4	2	14	70	MS
S-19-RB	2	1	2	2	1	8	40	MS
Ojo de cabra	2	4	4	3	3	16	80	S
Bayo Zacatecas	4	4	3	4	2	17	85	S
D-4	3	4	3	4	3	17	85	S
D-6	3	4	4	4	4	19	95	S
D-10	2	2	2	2	2	10	50	MS

Cuadro A.6. Variedades de frijol bajo condiciones de campo en suelo naturalmente infestado por M. phaseolina en el Campo Experimental de Río Bravo, Tamps.

Variedades	# total plantas	M u e s t r e o				Clasif	TPD	%	Clasif	TPD	%	Clasif	TPD	%	Clasif
		1	2	3	4										
		TPD	%	Clasif	TPD	%	Clasif	TPD	%	Clasif	TPD	%	Clasif	TPD	%
Pinto 114	56	10	15.15	MR	3	4.54	MR	26	39.39	MS	17	25.75	S		
Adjuntas 21	77	12	15.58	MR	8	10.38	MR	27	35.06	MS	30	38.96	S		
Mulato	52	8	15.38	MR	3	5.76	MR	20	38.46	MS	21	40.38	S		
S-18-RB	39	8	20.51	MR	2	5.12	MR	15	38.46	MS	14	35.89	S		
Delicias 71	79	21	26.58	MR	6	7.59	MS	21	26.58	MS	31	39.24	S		
Pinto norteño	73	4	5.63	R	5	7.04	MR	32	45.07	MS	32	45.07	S		
Fe-30-RB	46	6	13.04	MR	1	2.17	MR	11	23.91	MS	28	60.86	S		
S-17-RB	57	4	7.01	R	3	5.26	MR	19	33.33	MS	31	54.38	S		
Negro Azabache	57	11	19.29	MR	4	7.01	MR	24	42.10	MS	18	31.57	S		
Negro Jamapa	39	5	13.50	MR	5	13.50	MR	21	56.75	S	8	21.62	S		
Ciateño	62	9	14.51	MR	1	1.61	MR	23	37.09	MS	29	46.77	S		
Agrarista	66	25	37.87	MS	1	1.51	MS	12	18.18	MS	28	42.42	S		
Negro Huasteco	49	8	16.32	MR	8	16.32	MS	20	40.81	S	13	26.53	S		
Agramejo	97	27	27.83	MR	6	6.18	MS	22	22.68	MS	42	43.29	S		
S-4-RB	115	4	3.47	R	9	7.82	R	46	40.00	MS	56	48.69	S		
Misc.elite Fe-62-RB	38	4	10.52	R	1	2.63	R	11	28.94	MS	22	57.89	S		
Fe-22-RB	66	10	15.15	MR	2	3.03	MR	19	28.78	MS	35	54.54	S		
S-3-RB	71	1	1.40	R	1	1.40	R	38	53.52	MS	31	43.66	S		
Misc.elite Fe-28-RB	43	10	23.25	MR	3	6.97	MR	10	23.25	MS	20	46.51	S		
Th-400-M <sub>4</sub> T-M <sub>3</sub> -3-1-U-Mn-T <sub>9</sub>	62	29	46.77	MS	5	8.06	MS	20	32.25	S	8	12.90	S		
Fe-33-RB	86	9	10.46	R	10	11.62	MR	25	29.06	MS	42	48.83	S		
S-19-RB	65	4	6.15	R	9	13.84	MR	13	20.00	MS	39	60.00	S		
Ojo de Cabra	66	10	15.15	MR	2	3.03	MR	19	28.78	MS	35	53.03	S		
Bayo Zacatecas	52	8	15.38	MR	3	5.76	MR	20	38.46	MS	21	40.38	S		
D-4	96	2	2.63	R	4	5.26	R	52	68.42	S	38	50.00	S		
D-6	39	5	12.82	MR	5	12.82	MR	21	53.84	S	8	20.51	S		
D-10	49	4	8.16	R	1	2.04	R	21	42.85	MS	23	46.93	S		

TPD = total de plantas dañadas % = porcentaje Clasif. = clasificación

\* En las fase de campo solamente se evaluaron los materiales con que se contaba

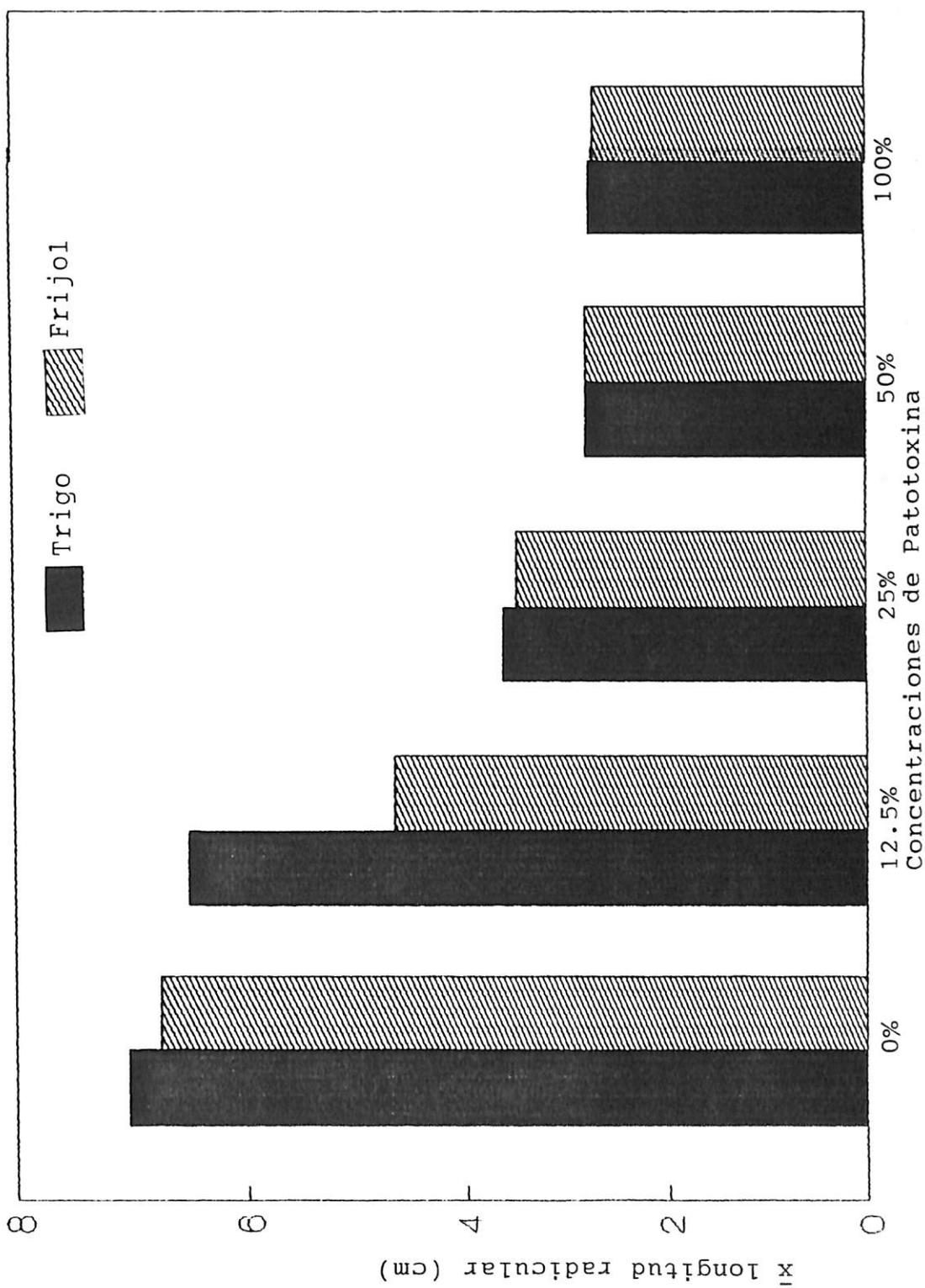


Figura A.1. Respuesta de las concentraciones de patotoxina a las que fueron sometidas una variedad de trigo y una de frijol durante 48 hr.